

## Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, valamint a búza és a kukorica jellemzői között

KÁDÁR IMRE és ELEK ÉVA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest és  
MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest

Korábbi munkánkban /KÁDÁR et al., 1983/ ismertettük a téma előzményeit, a vizsgálatok anyagát és módszerét. Bemutattuk a mintavételi helyek talajainak főbb típusait, előfordulásuk gyakoriságát, valamint a talajvizsgálati és a növényelemzési adatok átlagos értékét jellemző mutatókat. Összefüggéseket, első közelítésben lineáris korrelációkat vizsgáltunk néhány talajtulajdonság, valamint a műtrágyázás és a növényelemzés adatai között.

A továbbiakban célul tűzzük ki, hogy a talaj- és növényvizsgálati eredmények közötti korrelációkat különböző lehetséges nem-lineáris közelítés mellett is vizsgáljuk s ezen túlmenően megkíséreljük, hogy az adatokat a termékenység meghatározó főbb talajtulajdonságok /kötöttség, pH,  $\text{CaCO}_3$ , humusz, tápelem-ellátottság/ szerint csoportosítsuk és értelmezzük. A talajvizsgálatok során ugyanis egyre több talajtulajdonságot, a növényelemzéssel egyre több ásványi elemet határozunk meg a kutatás során a szaktanácsadás részére. Az alapvető problémát nem az eredmények statisztikai feldolgozása jelenti általában, hanem a nagyszámú adattömeg rendezése és szakmai értelmezése.

A 4-6 leveles korú kukorica, valamint a bokrosodás végén található búza tápelemtartalma és -optimumai ebben a fejlődési stádiumban meglehetősen közelállók, ebből adódóan a búza és kukorica az összefüggés-vizsgálatokban együtt szerepelnek a talajvizsgálati adatok tesztelése céljából. Tekintettel arra, hogy kevés megbízható szabadföldi kísérletünk van /mikroelemek esetén különösen/ a talajvizsgálati eredményeink kalibrálásához, a növényi tápelemtartalmak alapján becsüljük megbízhatóságukat.

### Vizsgálati eredmények

Az 1. táblázatban a talaj- és növényvizsgálati adatok közötti néhány kétváltozós összefüggés korrelációs együtthatóját, tehát a kapcsolatok szorosságát tanulmányozhatjuk különböző közelítésekkel. Amint az adatokból látható, az EDTA-Mn - a hazai szaktanácsadásban a MÉM NAK által vizsgált "könyven felvehető" Mn-tartalom - gyakorlatilag semmiféle összefüggést nem mutat a fiatal növények Mn-tartalmával. Az EDTA-Mn-tartalom önmagában tehát feltehetően nem lehet alkalmas a Mn-trágyázás szükségességének elbírálásához.

Mint ismeretes, a mangán felvehetőségét számos tényező befolyásolja. A növények elsősorban a két vegyértékű Mn-iont hasznosítják, ezért a redukciós

## 1. táblázat

A talaj- és növényvizsgálati adatok közötti néhány összefüggés korrelációs együtthatója /r/ különböző közelítés mellett /Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/	/2/	/3/	/4/	/5/	/6/	/7/	/8/	/9/
x Jellemzők	y Jellemzők	Lineáris függvény $y=a+bx$	Másodfokú parabola $y=a+bx+cx^2$	Harmadfokú parabola $y=a+bx+cx^2+dx^3$	Reciprok függvény $y=a+b\frac{1}{x}$	Hatvány függvény $y=ax^b$	Exponenciális függvény $y=ab^x$	Logaritmikus függvény $y=a+\ln(x)$
A. Talaj- /x/ és növény- /y/ paraméterek között								
EDTA-Mn	132 Mn, ppm	0,00	0,02	0,15	0,04	0,06	0,04	0,04
KCl-Mg	129 Mg, %	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05
EDTA-Cu	133 Cu, ppm	0,03	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,03
a/ humusz	123 N, %	0,16	0,16	0,19	0,17	0,16	0,15	0,17
CaCO <sub>3</sub>	145 Ca, %	0,26	0,32	0,35	0,25	0,00	0,22	0,00
Al-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	122 P, %	0,37	0,38	0,39	0,31	0,35	0,32	0,36
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	106 P, %	0,38	0,39	0,40	0,38	0,44	0,41	0,40
Al-K <sub>2</sub> O	122 K, %	0,42	0,43	0,43	0,29	0,37	0,38	0,40
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	123 P, %	0,55	0,57	0,59	0,42	0,42	0,49	0,48
B. Talaj- /x/ és talaj- /y/ paraméterek között								
Al-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	144 Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,60	0,69	0,69	0,54	0,71	0,48	0,70
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	127 Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,72	0,72	0,72	0,58	0,42	0,78	0,70
pH /KCl/	143 pH /H <sub>2</sub> O/	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,97

viszonyok kialakulása /mint pl. pH-csökkenés, oxigénhiány stb./ rendszerint a felvehető Mn-formák felhalmozódását eredményezhetik a talajban. A mangán hiánya legtöbbször a laza és meszes, túlsúlyba a kötöttebb és savanyú talajokon gyakori. Ebből adódóan a szaktanácsadásban az EDTA-Mn határértékeit a talaj pH-viszonyai, valamint a kötöttség függvényében állapítjuk meg /Műtrágyázási irányelvek, 1979/. A talaj EDTA-Mn-tartalma és a növényi Mn-tartalom kapcsolatának elemzését a pH és a kötöttség kategóriákba rendezett adatok bázisán is ellenőriznünk kell majd.

Nem találunk érdemi összefüggést a talaj KCl-Mg-tartalma és a növények Mg %-a között sem. A Mg-hiány főként savanyú, erősen kilúgzott homokos talajokon gyakori /LOCH, 1970/, ahol kevés a magnézium az adszorpciós komplexumban. Másodlagosan felléphet Mg-hiány Ca-túlsúly esetén meszes talajokon, illetve intenzív K-műtrágyázás nyomán is /ionantagonizmus/. Akadályozhatja a magnézium növény általi felvehetőségét az alacsony pH mellett felszaporodó mangán, vas és alumínium nehézfémek túlsúlya is a talajban. Meg kell kísérelni tehát a talaj könnyen felvehető Mg-tartalmának értelmezésekor e tényezőket is figyelembe venni. A hazai szaktanácsadásban a talajok kötöttsége szerint csoportosítva /homok, vályog, agyag/ értelmezzük a határértékeket, amelyek nőnek a kötöttséggel.

A talajok EDTA-Cu-tartalma és a növények Cu-tartalma között sincs említésre méltó kapcsolat önmagában. A hazai szaktanácsadásban a humusz és a kötöttség függvényében alakítottuk ki előzetes határértékeinket a talajok Cu-ellátottságának, illetve a Cu-trágyázás szükségességének elbírálásához. A réz hiánya elsősorban a lápokon és a meszes homoktalajokon fordul elő és felvételét a N-trágyázás mértéke is befolyásolja, csökkentheti. A talaj EDTA-Cu-tartalmának értelmezésekor tehát a humusz és a kötöttség figyelembevétele is indokolt lehet.

A talajok humusztartalma és a növények N %-a közötti összefüggése meglehetősen laza. A kapcsolatokat a harmadfokú parabola függvény írja le a legpontosabban  $r = 0,19$ . Ma már a talajok N-szolgáltatását döntően trágyázással befolyásoljuk. Bármilyen humusztartalmú talajon előidézhetünk relatív N-hiányt, illetve trágyázással N-túlsúlyt. Másrésről az is ismert, hogy ugyanaz a humusz-% egészen mást jelent egy laza talajon, mint egy kötöttön. Hazai szaktanácsadásunkban ezért, amikor a talaj humusztartalmát figyelembe vesszük a N-ellátottság megítélésében, a talajok kötöttsége szerint a határértékek módosulnak.

A humusztartalom ismerete alapvető, bár a talajok N-szolgáltatásának elbírálásában nem adhat elégséges információt, egyéb szempontokat /a talaj ásványi N-készlete a profilban, elővetemény stb./ is tekintetbe kell vennünk. A humusz mennyisége ugyanakkor a talajok termékenységének egyik hordozója, alapvető eleme, ezért adatainkat humusztartalmuk alapján csoportosítva is vizsgálunk kell.

A talajok  $\text{CaCO}_3$ -tartalma és a növényi Ca %-a között már határozott, bár gyenge összefüggést kaptunk. A harmadfokú parabola a legszorosabb illesztést adta  $r = 0,35$ . Minél meszesebb a talaj, várhatóan annál magasabb Ca-tartalmú lesz a rajta termő növény. Szaktanácsadásunkban a talajok hidrolitos savanyúsága  $y_1$  és a kötöttsége  $K_A$  függvényében határozzuk meg a mésztrágya adagjait a mészhiányos, savanyú talajainkon. A kalcium felvehetőségét azonban nemcsak a talaj mészállapota és Ca-tartalma, hanem egyes ionok viszonylagos mennyisége is befolyásolja. Az  $\text{NH}_4^-$ ,  $\text{K}^-$ ,  $\text{Na}^-$  és  $\text{Mg}^-$  kationok antagonisták. Másrésről a talaj  $\text{CaCO}_3$ -tartalma csak egy bizonyos határig javíthatja a növény Ca-felvételét, a túl magas Ca-szint már minden ion felvételére gátolól hat, így magára a Ca-felvételre is hátrányos lehet.

Az AL-módszerrel becsült könnyen felvehető P-tartalom és a növényi P % összefüggése gyenge-közepesnek mondható. A harmadfokú parabola illeszkedik

a legszorosabban  $r=0,39$ . Ezt követi a vízdoldható P-tartalom  $r=0,40$ , majd legjobb összefüggést az Olsen-módszerrel meghatározott  $\text{NaHCO}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ -tartalom adja  $r=0,59$  a növényi P %-kal. Hazai szaktanácsadásunkban az AL-módszer a standard. Amennyiben e módszer nem megfelelően kalibrált az egyéb talajtulajdonságok függvényében, úgy a legkevésbé megbízhatónak mutatkozik más módszerekhez viszonyítva. Jelenleg szaktanácsadásunkban a talajok mészállapota függvényében módosítjuk az AL-P-ellátottsági határértékeket.

Az AL- $\text{K}_2\text{O}$ -tartalom és a növények K-tartalmának összefüggése gyenge-közepesnek mondható  $r=0,43$ . A talajok K-szolgáltatását kötöttségük alapvetően befolyásolhatja, ezért a határértékeket szaktanácsadásunkban a talajok kötöttségének függvényében állapítottuk meg. Az AL-módszerrel ugyanis a talajok K-készletének csak egy részét becsüljük, ugyanakkor a talaj K-formái dinamikus egyensúlyban vannak és szerepet játszanak a növények K-ellátásában.

Az AL-P- és az Olsen-P-tartalmak összefüggése közepesen szorosnak mondható  $r=0,71$ , a vízdoldható-P és az Olsen-P összefüggése szoros  $r=0,82$ , míg a pH /KCl/ és pH / $\text{H}_2\text{O}$ / értékei közötti korreláció igen szorosnak  $r=0,97$  mutatkozott. A hatvány függvény általában jobb illeszkedéssel írta le a kapcsolatokat a talajvizsgálati paraméterek között, míg a hamadfokú parabola a talaj- és növényvizsgálati tulajdonságok között. Az összefüggések szorosságát azonban a kétváltozós lineáris függvény is megfelelően jellemzi, tájékoztató jelleggel.

A 2. táblázatban adatainkat a talaj kötöttsége szerint csoportosítottuk. A homokos talajokat reprezentáló 30 alatti  $K_A$  érték kategóriába 14 termőhely került, míg a homokos vályog kategóriába 56, a vályogba 45, az agyagos vályogba 20 és az 50  $K_A$  feletti agyagos talajok közé 9. A talajok kötöttségével nőtt a pH és az átlagos mésztartalom. Mint ismeretes, az ásványi talajok kötöttsége és higroszkóposága /hy/ összefügg egymással, ez a pozitív összefüggés itt is szembeötlő. A kötöttség és a pH közötti pozitív összefüggés részben a több kolloidot tartalmazó talajok nagyobb pufferkapacitásával, az ebből eredően nagyobb stabilitással, ill. ellenállással magyarázható az elsavanyodással szemben. Megközelítően lineárisan nő a humusztartalom is a kötöttséggel, amint az el is várható.

A kötöttebb talajok tápelemkészlete tükröződik az AL-P és AL-K-tartalmakban. Az AL-K-ellátottsági határértékeket a kötöttség szerint állapítjuk meg a szaktanácsadásban, és az így korrigált K-ellátottság már nem javul a kötöttséggel. Nem változik lényegesen a növényi K-tartalom sem. Az AL-módszerrel meghatározott P-tartalom és tendenciájában az erre épülő becsült P-ellátottság is nő ugyanakkor a kötöttséggel. A vizes- és Olsen-P-tartalom, amelyek, mint ismeretes, nem függnek a talaj mészállapotától olyan mértékben, mint az AL-P, egyáltalán nem mutatnak növekedést a kötöttséggel. A növényi P-tartalmak sem nőnek az AL-P-tartalmakkal, nem támasztják alá az erre épülő becsült helyességét. A talaj könnyen oldható Mg- és Cu-tartalma kifejezetten emelkedik a kötöttséggel, a növényi Mg- és Cu-tartalom ugyanakkor nem változik lényegesen. A növényi tápelemtartalomban szembeötlő a Mn-koncentráció csökkenése és a Mo-tartalom növekedése. Mindkét elem változása a pH-viszonyok változásával is jól magyarázható. A Mn/Mo túlsúlya a növényekben hatszor olyan nagy a savanyú homokos talajokon, mint az erősen meszes agyagon. Ugyanitt a K/Mn aránya kétszeresére nő, míg a K/Mo aránya 1/3-ára csökken a növényben /2. táblázat/.

A 3. táblázatban mintavételi helyeinket a talaj AL- $\text{K}_2\text{O}$ -tartalma alapján csoportosítottuk: 100 ppm alatt igen gyenge, 101 és 200 között gyenge, 201 és 300 között közepes, 301 és 400 között kielégítő és 400 ppm felett magas vagy káros K-ellátottságot tételezve fel. A termőhelyek nagy része a közepes és e körüli kategóriát képviselte. A 2. táblázat adatainak értékelése során az elmondottakhoz hasonlóan az AL-K-tartalommal együtt, tendenciájában emelkedik a pH,  $K_A$ , hy és humusz % is.

## 2. táblázat

A mintavételi helyek csoportosítása a talaj kötöttsége  $/K_A/$  alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgálat jellemzők	/n=14/ < 30		/n=56/ 30-38		/n=45/ 38-43		/n=20/ 43-50		/n=9/ > 50	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<u>A. Talajvizsgálati adatok</u>										
pH $/H_2O/$	6,4	0,3	6,9	0,1	7,4	0,1	7,0	0,2	7,2	0,3
pH $/KCl/$	5,6	0,3	6,2	0,2	6,6	0,1	6,2	0,2	6,3	0,4
$CaCO_3$ , %	2,1	1,4	3,1	1,0	3,7	0,7	5,4	1,8	10,0	4,9
a/ $y_1$	6,7	1,1	5,0	0,6	3,9	0,6	6,3	1,4	5,5	2,8
b/ $K_A$	26,5	0,7	35,2	0,3	40,4	0,2	46,0	0,4	55,0	1,4
c/ $h_y$	1,6	0,2	1,8	0,1	3,0	0,1	3,5	0,1	4,8	0,4
d/ humusz, %	1,8	0,2	2,1	0,1	3,2	0,1	3,1	0,2	3,3	0,3
AL- $K_2O$ , ppm	216	27	212	14	316	26	319	55	331	34
e/ K-ellátottság	3,6	0,2	3,7	0,1	3,9	0,1	3,2	0,3	3,6	0,3
$H_2O-P_2O_5$ , ppm	29	6	26	3	18	2	25	4	22	4
Olsen- $P_2O_5$ , ppm	60	11	60	5	53	6	61	10	58	10
AL- $P_2O_5$ , ppm	131	26	158	27	174	26	288	111	216	40
f/ P-ellátottság	3,2	0,3	3,4	0,2	3,4	0,2	3,6	0,2	4,2	0,3
KCl-Mg, ppm	237	62	218	24	419	36	546	46	582	106
EDTA-Mn, ppm	172	31	178	16	232	26	156	49	69	19
EDTA-Zn, ppm	1,9	0,4	2,3	0,3	2,1	0,3	3,2	0,6	2,7	1,0
EDTA-Cu, ppm	2,4	0,3	2,9	0,2	4,3	0,4	6,3	0,7	6,9	2,0
<u>B. Növényvizsgálati adatok</u>										
N, %	4,35	0,18	4,63	0,11	4,48	0,09	4,55	0,13	4,15	0,31
K, %	3,65	0,25	3,71	0,11	3,84	0,12	3,66	0,20	3,89	0,40
P, %	0,40	0,02	0,46	0,01	0,45	0,02	0,43	0,02	0,41	0,04
Ca, %	0,54	0,07	0,62	0,03	0,60	0,02	0,56	0,05	0,63	0,08
Mg, %	0,28	0,07	0,26	0,02	0,30	0,02	0,30	0,04	0,28	0,05
Fe, ppm	391	120	584	93	591	98	610	219	279	59
Mn, ppm	113	26	98	6	92	6	69	6	60	6
Zn, ppm	28	2	32	2	30	2	29	2	31	5
Cu, ppm	10	1	11	1	12	1	12	1	11	1
B, ppm	4,2	0,3	5,3	0,3	5,8	0,3	4,9	0,3	4,6	0,5
Mo, ppm	0,3	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,7	0,1	1,0	0,2
Mn/Mo	377		245		184		99		60	
K/Mn	323		379		417		532		648	
K/Mo	121667		92750		76800		52429		38900	

## 3. táblázat

A mintavételi helyek csoportosítása a talaj AL-K<sub>2</sub>O /ppm/ értékei alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n= 7/ < 100		/n=48/ 101-200		/n=49/ 201-300		/n=21/ 301-400		/n=19/ >400	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<u>A. Talajvizsgálati adatok</u>										
pH /H <sub>2</sub> O/	6,7	0,4	7,0	0,1	7,0	0,1	6,9	0,2	7,6	0,1
pH /KCl/	5,8	0,6	6,3	0,2	6,3	0,2	6,0	0,2	6,8	0,1
CaCO <sub>3</sub> , %	0,6	0,2	6,6	1,6	3,5	0,8	1,7	0,6	1,9	0,6
a/ y <sub>1</sub>	5,5	1,5	4,3	0,6	5,7	0,9	6,6	1,3	3,3	0,6
b/ K <sub>A</sub>	35,4	1,9	37,1	0,9	39,0	0,9	42,9	1,8	41,8	1,1
c/ hy	0,8	0,2	2,1	0,1	2,7	0,1	3,5	0,3	3,1	0,2
d/ humusz, %	1,1	0,2	2,3	0,2	2,8	0,1	2,9	0,2	3,2	0,2
AL-K <sub>2</sub> O, ppm	74	7	158	4	245	4	348	7	576	50
e/ K-ellátottság	2,5	0,2	3,1	0,1	3,7	0,1	4,2	0,2	4,8	0,1
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	19	8	18	2	23	3	30	4	30	4
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	44	13	45	4	59	5	78	8	71	12
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	77	18	122	11	197	41	183	19	330	103
f/ P-ellátottság	3,0	0,5	3,1	0,2	3,4	0,2	4,1	0,2	4,2	0,2
KCl-Mg, ppm	89	25	265	29	384	37	514	59	414	63
EDTA-Mn, ppm	163	38	149	18	184	20	153	35	331	52
EDTA-Zn, ppm	1,6	0,2	2,5	0,4	2,1	0,2	2,4	0,4	3,0	0,6
EDTA-Cu, ppm	2,0	0,6	3,3	0,4	4,3	0,4	4,7	0,8	5,4	0,6
<u>B. Növényvizsgálati adatok</u>										
N, %	4,42	0,29	4,87	0,10	4,46	0,10	4,35	0,17	4,08	0,13
K, %	3,63	0,40	3,43	0,12	3,65	0,12	3,99	0,16	4,43	0,19
P, %	0,45	0,05	0,45	0,01	0,42	0,01	0,46	0,02	0,47	0,04
Ca, %	0,68	0,11	0,61	0,03	0,60	0,03	0,57	0,03	0,59	0,04
Mg, %	0,45	0,12	0,27	0,02	0,27	0,02	0,29	0,02	0,26	0,01
Fe, ppm	744	376	410	60	733	138	415	77	522	106
Mn, ppm	126	28	95	8	90	7	77	6	88	8
Zn, ppm	35	3	30	2	29	1	33	3	29	1
Cu, ppm	13	1	11	1	11	1	12	1	12	1
B, ppm	4,6	0,4	5,0	0,3	5,3	0,3	5,6	0,4	5,6	0,4
Mo, ppm	0,2	0,1	0,3	0,1	0,5	0,1	0,8	0,2	0,8	0,2
N/K	1,2		1,4		1,2		1,1		0,9	
K/Ca	5,3		5,6		6,1		7,0		7,5	
K/Mg	8,1		12,7		13,5		13,8		17,0	
K/Mn	288		361		405		518		503	
Mn/Mo	630		317		180		96		110	
Mg/B	978		540		509		518		464	
Mg/Mo	22500		9000		5400		3625		3250	

A K-ellátottság becslése termőhelyenként a MFM NAK határértékek alapján történt /AL-K-tartalom megítélése a kötöttség függvényében: 1: igen gyenge; 2: gyengén; 3: közepesen; 4: kielégítően; 5: igen jól ellátott/. Amint az adatokból látható, az átlagos AL-K-tartalom mintegy hétszeresére változik, ugyanakkor, ha a legalacsonyabb és legmagasabb ellátottsági kategóriákat vesszük össze, az átlagos K-ellátottság mindössze duplájára emelkedik. Kétségtelen azonban, hogy az igen alacsony /pl. 100 ppm alatti/ AL-K<sub>2</sub>O értékek a termőhelytől és a kötöttségtől függetlenül is tájékoztatnak a gyenge ellátottságról, míg az igen magas /pl. a 300 vagy 400 feletti/ AL-K<sub>2</sub>O értékek minden talajon jelzik a kielégítő ellátottságot.

Az AL-K-tartalommal együtt bizonyos fokig nőtt a talajok könnyen oldható P-tartalma, bármilyen módszerrel történt is a meghatározás. A gyakorlatban a PK-műtrágyázás összekapcsolódik; ahol sok káliumot használnak /gazdagabb üzemek/ általában magasabb a P-felhasználás is. Kifejezetten nő az AL-P-tartalom alapján /termőhely x mészállapot szerinti/ becsült P-ellátottság is, bár a növényi P-tartalom lényegesen nem változik. Ami az egyéb tápelemek változását illeti, az AL-K-tartalom növekedésével csökken a N, Ca, Mg /ion-antagonizmus-sal magyarázható/, Mn- és Mo-tartalom /pH-tól függő/. A magasabb K-ellátottságú termőhelyeken nőtt a kálium túlsúlya a Ca-, Mg-, Mn-elemekhez viszonyítva. A gyakorlatban a K-túltrágyázással indukálható Mg-hiányra kell felhívni a figyelmet.

A talaj könnyen felvehető Mg-tartalma 4-5-szörösére nő, míg a növényi Mg-tartalom csaknem a felére csökken. Hasonlóképpen nem látszik semmiféle logikailag vagy élettanilag elfogadható összefüggés a talaj EDTA-oldható mikroelem-tartalma és a növényi mikroelemek koncentrációja között /3. táblázat/.

A 4. táblázatban humusztartalmuk alapján csoportosítottuk mintavételi helyeinket: 1% alatt igen alacsony; 1-2% között alacsony; 2-3 % között közepes, 3-4 % között kielégítő, 4 % felett igen jó vagy magas. A kötöttség és a termőhelyek szerint a határértékeket tovább nem kalibráltuk /finomítottuk/ a szaktanácsadás irányelvei szerint. Megállapítható, hogy a talajok humusztartalmával együtt nőtt a K<sub>a</sub>, hy, AL-K-tartalom - a várakozásnak megfelelően. A könnyen oldható Mg-tartalom közel tízszeresére, a Cu- hétszeresére, a Mn- és Zn-tartalom mintegy háromszorosára nőtt.

A magasabb humusztartalmú talajokon termett növényekben azonban alacsonyabb volt a N-, K- és Mn-tartalom és magasabb a Mo-koncentrációja. A növekvő humusztartalom ellenére csökkent a N-túlsúly a Ca-, Mg-, B- és Mo-elemekhez viszonyítva. Hasonlóképpen a K/B és K/Mo arány is szűkült a humuszosabb talajokon. A humusztartalom és a talajok N-szolgáltatása között ma már nem kereshetünk egyértelmű pozitív összefüggést, sőt negatív korreláció is előfordulhat /4. táblázat/.

A mintavételi helyek pH /KCl/ szerinti csoportosításából kitűnik, hogy 26 termőhelyen a pH 5,0 alatt volt. Ismeretes, hogy a kukorica biztonsággal már nem termesztendő ilyen savanyú talajokon. Az átlagos y<sub>1</sub>-érték e kategóriában 12,6 volt, ami e talajok erős elsavanyodására utal. A termőhelyek mintegy 1/3-án a talajok pH /KCl/-értéke 6,0 alatt, illetve az y<sub>1</sub> értéke 8,2 felett volt. Termesztési szempontból feltétlenül szükséges e talajok savanyúságát csökkenteni /5. táblázat/.

A pH növekedésével emelkedett a CaCO<sub>3</sub>, részben a humusz- és az AL-P-tartalom és csökkent az y<sub>1</sub> értéke. A talaj reakcióállapotának változása egyértelműen nem befolyásolta a könnyen oldható Mg-, Mn-, Zn-, Cu-, valamint az AL-K-tartalom mennyiségét a talajban. Ugyanakkor a várakozásnak megfelelően nőtt a növények Ca-, Mg- és B-tartalma a pH emelkedésével, valamint csökkent a Mn-, Fe- /közbuló minimum értékkel/ és a Zn-tartalom.

A 6. táblázatban a talajokat CaCO<sub>3</sub>-tartalmuk alapján csoportosítva, tovább követhető a talaj reakcióállapotának hatása néhány egyéb talaj- és nö-



## 4. táblázat

A mintavételi helyek csoportosítása a talaj humusz %-a alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n=10/ < 1,00		/n=31/ 1,01-2,00		/n=49/ 2,01-3,00		/n=41/ 3,01-4,00		/n=12/ > 4,00	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<u>A. Talajvizsgálóati adatok</u>										
pH /H <sub>2</sub> O/	6,3	0,4	6,5	0,2	7,2	0,1	7,5	0,1	7,1	0,2
pH /KCl/	5,6	0,5	5,6	0,2	6,4	0,1	6,9	0,1	6,3	0,3
CaCO <sub>3</sub> , %	7,1	5,0	0,7	0,3	3,8	0,8	5,4	0,9	5,8	3,9
a/ Y <sub>1</sub>	5,8	1,6	6,9	0,8	4,7	0,6	3,0	0,5	8,0	2,5
b/ K <sub>A</sub>	37,0	-	35,1	12,7	39,3	1,0	40,2	0,6	46,5	2,0
c/ hy	0,6	0,1	1,9	0,2	2,8	0,2	3,0	0,1	3,8	0,2
d/ humusz, %	0,7	0,1	1,6	0,1	2,5	0,1	3,5	0,1	4,4	0,1
Al-K <sub>2</sub> O, ppm	135	13	204	15	276	19	306	28	365	77
e/ K-ellátottság	3,6	0,3	3,8	0,2	3,5	0,1	3,8	0,2	3,6	0,3
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	42	8	22	4	22	3	22	2	18	3
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	74	11	58	6	58	6	52	5	64	17
Al-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	142	25	161	48	169	30	221	46	185	72
f/ P-ellátottság	3,5	0,3	3,3	0,2	3,5	0,2	3,7	0,2	3,4	0,3
KCl-Mg, ppm	44	6	259	41	447	41	363	31	442	57
EDTA-Mn, ppm	83	18	212	17	148	16	207	31	269	71
EDTA-Zn, ppm	1,2	0,1	2,7	0,5	2,4	0,3	2,0	0,2	3,3	0,9
EDTA-Cu, ppm	1,0	0,2	3,5	0,4	4,6	0,4	3,6	0,3	7,3	1,2
<u>B. Növényvizsgálóati adatok</u>										
N, %	5,08	0,29	4,51	0,12	4,47	0,10	4,51	0,11	4,26	0,24
K, %	4,13	0,20	3,80	0,15	3,56	0,13	3,98	0,10	3,40	0,35
P, %	0,51	0,04	0,44	0,02	0,42	0,02	0,44	0,01	0,45	0,06
Ca, %	0,46	0,03	0,62	0,04	0,59	0,03	0,63	0,03	0,60	0,07
Mg, %	0,14	0,01	0,30	0,03	0,28	0,02	0,30	0,02	0,24	0,03
Fe, ppm	146	14	845	156	518	109	544	79	279	75
Mn, ppm	134	39	105	9	77	4	93	5	72	9
Zn, ppm	31	2	38	2	29	1	26	1	30	4
Cu, ppm	9,2	1	11	1	11	1	11	1	11	1
B, ppm	3,8	0,4	4,7	0,4	5,0	0,2	6,4	0,3	5,5	0,6
Mo, ppm	0,2	0,1	0,3	0,1	0,6	0,1	0,5	0,1	0,8	0,1
N/Ca	11,0		7,3		7,6		7,2		7,1	
N/Mg	36		15		16		15		18	
Ca/Mn	34		59		77		68		83	
K/B	10868		8085		7120		6219		6182	
N/B	13368		9596		8940		7074		7745	
K/Mo	206500		126666		59333		79600		42500	
N/Mo	254000		150333		74500		90200		53250	



5. táblázat  
A mintavételi helyek csoportosítása a pH/KCl/-értékek alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n=26/ < 5,0		/n=22/ 5,1-6,0		/n=15/ 6,1-6,5		/n=25/ 6,6-7,0		/n=55/ > 7,0	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<b>A. Talajvizsgálóati adatok</b>										
pH /H <sub>2</sub> O/	5,6	0,1	6,5	0,1	7,0	0,1	7,6	0,1	7,7	0,1
pH /KCl/	4,4	0,1	5,6	0,1	6,3	0,1	6,8	0,1	7,2	0,1
CaCO <sub>3</sub> , %	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,1	5,8	1,6	7,4	1,3
a/ Y <sub>1</sub>	12,6	0,8	8,2	0,7	5,5	0,4	2,4	0,4	1,2	0,1
b/ K <sub>A</sub>	37,6	1,6	37,6	1,4	38,0	1,5	44,9	1,4	38,0	0,7
c/ hy	2,3	0,3	2,7	0,3	2,6	0,3	3,4	0,2	2,3	0,1
d/ humusz, %	1,9	0,2	2,4	0,3	2,7	0,3	3,2	0,1	2,8	0,1
AL-K <sub>2</sub> O, ppm	227	16	232	27	271	40	377	54	249	16
e/ K-ellátottság	3,8	0,2	3,6	0,2	3,5	0,3	3,6	0,3	3,6	0,1
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	26	4	18	5	26	5	24	3	23	2
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	68	6	55	12	53	8	60	9	55	1
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	99	10	103	26	117	19	280	78	225	36
f/ P-ellátottság	3,1	0,2	2,9	0,4	3,2	0,3	4,1	0,2	3,8	0,1
KCl-Mg, ppm	318	63	435	73	398	64	427	34	292	34
EDTA-Mn, ppm	198	25	231	39	248	39	252	46	122	15
EDTA-Zn, ppm	2,3	0,4	3,1	0,7	2,4	0,2	3,1	0,5	1,8	0,3
EDTA-Cu, ppm	4,2	0,9	4,7	0,8	6,3	0,9	5,1	0,4	2,7	0,3
<b>B. Növényvizsgálóati adatok</b>										
N, %	4,58	0,13	4,70	0,20	4,54	0,24	4,35	0,17	4,46	0,08
K, %	3,93	0,15	3,52	0,27	3,43	0,25	3,90	0,16	3,78	0,12
P, %	0,44	0,02	0,44	0,04	0,45	0,03	0,45	0,03	0,43	0,01
Ca, %	0,48	0,02	0,52	0,04	0,50	0,03	0,61	0,03	0,71	0,03
Mg, %	0,22	0,02	0,26	0,03	0,22	0,02	0,30	0,03	0,33	0,02
Fe, ppm	701	189	408	110	266	69	436	104	668	98
Mn, ppm	128	16	68	6	56	5	83	5	96	5
Zn, ppm	38	3	34	5	28	2	28	1	26	1
Cu, ppm	10	1	11	1	10	1	12	1	12	1
B, ppm	4,0	0,3	5,1	0,4	6,1	0,7	5,1	0,3	5,8	0,3
Mo, ppm	0,2	0,1	0,3	0,1	0,7	0,1	0,9	0,2	0,5	0,1
Mg/Mn	17		38		39		36		34	
Ca/Mn	38		76		89		74		74	
Mg/Zn	58		76		79		107		127	
Zn/Mo	190		113		40		31		52	
Ca/Zn	126		153		179		218		273	
Mn/Mo	640		227		80		92		192	

vénnyvizsgáló paraméterre. Az 5. táblázatnál elmondottakat azzal egészíthetjük ki, hogy a vizsgált termőhelyek nagyobb részén savanyú talajok voltak az uralkodók  $n = 84$ ,  $y_1 = 7,8$ , homokos vagy homokos vályog fizikai féleséggel, melyek jelentős mértékben érzékenyek a savanyódásra. A felszíni szántott rétegben meszet nem tartalmazó termőhelyeken a K-ellátottság az átlagnál magasabb, míg a P-ellátottsága alacsonyabb volt. Az EDTA-Mn-tartalom itt 4-5-szöröse volt a meszes termőhelyek átlagos Mn-tartalmának.

A növényvizsgáló adatok arról tanúskodnak, hogy a savanyú talajon termett növényekben alacsonyabb a Ca-, Mg- és magasabb a Zn-tartalom. A Mn-tartalom látványosabb növekedése a savanyú talajcsoportban - amint az várható lenne - elmarad. Ennek részben az az oka, hogy laza szövetű erdőtalajaink egy részének Mn-készlete mérsékelt, és még az elsavanyodás során sem nő meg ugrásszerűen a Mn-tartalom a növényben, különösen ha a P-ellátottság kielégítő. Másrésztől ismeretes, hogy meszes talajaink egy részén /pl. a csernozjomokon/ a mangán felvehetősége nem korlátozott és a növények Mn-tartalma általában kielégítő, esetenként az optimális tartomány felett is lehet /ELEK és KÁDÁR, 1977, 1978/.

A bokrosodásos búza, illetve a 4-6 leveles kukorica föld feletti termésében a kielégítő tápelemellátottsági-tartomány részben saját /ELEK és KÁDÁR, 1980; KÁDÁR, 1980/, részben irodalmi adatok alapján /BERGMANN és NEUBERT, 1976/ az alábbira becsülhető: N: 4,0-5,0 %; P: 0,4-0,5 %; K: 3,5-4,5 %; Ca: 0,4-1,0 %; Mg: 0,2-0,6 %; Fe: 50-250 ppm; Mn: 30-300 ppm; Zn: 25-60 ppm; Cu: 5-25 ppm; B: 5-25 ppm; Mo: 0,2-0,8 ppm.

A nagyobb számú FAO-vizsgálat eredményeivel összhangban /SILLANPÄÄ, 1982/, a vizsgálatba vont termőhelyeken termett föld feletti növényzet tápelemtartalmát összevetve az irodalmi optimumokkal, megállapítható, hogy a N-, P- és K-elemekkel való ellátottság általában kielégítőnek, ill. jónak mondható. Ez alapvetően az intenzív műtrágyázásra vezethető vissza /KÁDÁR et al., 1983/. Minden esetben kielégítőnek mutatkozott a növények Ca-, Mn-, Cu-tartalma is. A Fe-tartalom magas, míg a Mg-, Zn-, B- és Mo-koncentráció esetenként alig érte el a kívánatos szintet.

A magasabb növényi Fe-tartalom a mészhiányos talajokon, valamint a pH /KCl/ 7 feletti tartományban jelentkezett. Úgy tűnik tehát, hogy mind az alacsony, mind a túl magas pH együtt járt az összes Fe-tartalom növekedésével a növényben. A növényi Mg-tartalom a talajok kötöttségével, ill. az AL-K-tartalom növekedésével csökkent és itt elérte vagy megközelítette a nem kielégítő ellátottsági tartományt. Így például a K/Mg arány túláradása utal erre a 400 ppm AL-K<sub>2</sub>O csoportban /3. táblázat/.

A növényi Zn-tartalom elsősorban a pH függvényében csökkent, másrésztől az AL-P-tartalommal is negatív korrelációban volt. A foszforral igen jól ellátott meszes talajokon a P/Zn aránya 150 fölé tolódott és ezzel a nem kielégítően ellátott zónába került /7. táblázat/. A növények B-tartalma tendenciájában növekedett a kötöttséggel és a kötöttebb talajokkal együtt járó magasabb pH, AL-K- és humusztartalommal. A B-ionok megkötődése ugyanis a kolloidtartalom függvénye /GUPTA, 1979/. Ismeretes azonban, hogy a bór felvehetőségét a mészállapot is befolyásolja, olyannyira, hogy meszezéskor nem is ritkán B-hiány lép fel /MENGEL, 1976/.

GYŐRI /1984/ szerint a legalacsonyabb Mo-tartalommal rendszerint homoktalajaink, míg a legnagyobb összes Mo-készlettel a láptalajok rendelkeznek. A molibdén biológiai akkumulációja miatt számos szerző talált, ill. mutatott ki szoros kapcsolatot a talaj és a növény Mo-tartalma, valamint a szervesanyag-tartalom között. Humuszból szegény, laza, savanyú talajainkon Mo-hiány fellépésére nagyobb valószínűséggel számíthatunk, amint az a 2. és 4. táblázatok adataiból is kitűnik.

A 7. táblázatban a termőhelyeket az AL-P-tartalom alapján rangsoroltuk. Megállapítható, hogy az AL-P-tartalom növekedésével nő tendenciájában a pH,

## 6. táblázat

A mintavételi helyek csoportosítása a talaj  $\text{CaCO}_3$  %-a alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n=84/ < 1,00		/n=23/ 1,01-5,00		/n=17/ 5,01-10,0		/n=19/ > 10	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<u>A. Talajvizsgálati adatok</u>								
pH / $\text{H}_2\text{O}$ /	6,6	0,1	7,6	0,1	7,8	0,1	7,7	0,1
pH /KCl/	5,7	0,1	7,0	0,1	7,3	0,1	7,2	0,1
$\text{CaCO}_3$ , %	0,2	0,1	2,7	0,3	7,4	0,4	19,1	2,5
a/ $Y_1$	7,8	0,5	2,2	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2
b/ $K_A$	38,1	0,7	38,5	1,3	39,3	1,8	44,0	1,6
c/ $h_y$	2,5	0,1	2,7	0,2	2,3	0,2	2,7	0,2
d/ humusz, %	2,4	0,1	2,8	0,2	2,7	0,2	3,1	0,2
AL- $\text{K}_2\text{O}$ , ppm	281	21	259	23	294	32	189	13
e/ K-ellátottság	3,8	0,1	3,7	0,2	4,0	0,2	2,8	0,2
$\text{H}_2\text{O}-\text{P}_2\text{O}_5$ , ppm	23	2	27	3	20	3	20	4
AL- $\text{P}_2\text{O}_5$ , ppm	155	30	151	14	313	82	220	23
f/ P-ellátottság	3,2	0,1	3,5	0,2	4,0	0,2	4,2	0,2
KCl-Mg, ppm	373	28	340	67	198	27	422	53
EDTA-Mn, ppm	256	17	171	32	56	10	48	9
EDTA-Zn, ppm	2,9	0,3	1,4	0,1	1,6	0,2	2,1	0,5
EDTA-Cu, ppm	5,2	0,4	3,0	0,2	1,7	0,2	3,0	0,4
Olsen- $\text{P}_2\text{O}_5$ , ppm	61	4	56	6	55	10	50	7
<u>B. Növényvizsgálati adatok</u>								
N, %	4,51	0,10	4,33	0,21	4,51	0,08	4,70	0,07
K, %	3,69	0,10	4,00	0,21	4,06	0,10	3,54	0,12
P, %	0,44	0,01	0,46	0,03	0,43	0,01	0,43	0,01
Ca, %	0,54	0,02	0,63	0,03	0,77	0,05	0,68	0,06
Mg, %	0,26	0,01	0,26	0,03	0,30	0,03	0,38	0,04
Fe, ppm	509	72	375	102	993	249	575	123
Mn, ppm	91	6	89	7	108	8	80	6
Zn, ppm	33	1	26	1	27	1	25	2
Cu, ppm	11	1	11	1	11	1	12	1
B, ppm	5,1	0,2	5,1	0,4	5,6	0,5	5,9	0,5
Mo, ppm	0,5	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	0,6	0,1
K/Ca	6,8		6,3		5,3		5,2	
K/Mg	14		15		14		9	
Mg/Zn	79		100		111		152	
Ca/Zn	164		242		285		272	
P/Zn	133		177		159		172	

7. táblázat  
A mintavételi helyek csoportosítása az AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ppm/ értékek alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n=18/ < 50		/n=34/ 51-100		/n=59/ 101-200		/n=18/ 201-300		/n=14/ > 300	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
A. Talajvizsgálóati adatok										
pH /H <sub>2</sub> O/	6,6	0,2	6,7	0,2	7,2	0,1	7,4	0,2	7,6	0,1
pH /KCl/	5,5	0,2	5,9	0,2	6,5	0,1	6,7	0,2	7,0	0,1
CaCO <sub>3</sub> , %	0,2	0,1	1,3	0,6	4,8	1,0	4,3	1,3	11,4	3,6
a/ y <sub>1</sub>	8,3	1,0	7,3	0,9	3,8	0,6	3,8	1,1	2,0	0,7
b/ K <sub>A</sub>	36,8	1,6	39,5	1,0	38,6	0,9	39,2	1,7	43,2	2,1
c/ hy	2,6	0,3	2,5	0,2	2,4	0,1	3,0	0,3	2,7	0,3
d/ humusz, %	2,3	0,2	2,6	0,2	2,6	0,1	2,9	0,2	2,8	0,3
AL-K <sub>2</sub> O, ppm	172	15	226	18	266	17	326	26	419	87
e/ K-ellátottság	3,0	0,2	3,5	0,2	3,8	0,1	4,0	0,2	3,9	0,3
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	8	1	17	2	25	2	36	4	36	6
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	25	3	38	3	61	3	83	8	104	17
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	37	2	74	2	147	3	241	7	702	148
f/ P-ellátottság	1,8	0,2	2,6	0,1	3,9	0,1	4,6	0,1	5,0	-
KCl-Mg, ppm	356	54	386	52	336	34	316	41	373	60
EDTA-Mn, ppm	268	26	224	26	155	20	159	27	155	63
EDTA-Zn, ppm	2,3	0,4	2,3	0,4	2,2	0,2	2,5	0,5	3,3	0,8
EDTA-Cu, ppm	5,0	0,9	4,5	0,5	3,5	0,3	4,6	0,9	3,2	0,6
B. Növényvizsgálóati adatok										
N, %	4,69	0,17	4,75	0,11	4,44	0,09	4,08	0,21	4,39	0,24
K, %	3,35	0,19	3,50	0,15	3,98	0,09	3,77	0,32	4,06	0,18
P, %	0,40	0,02	0,42	0,02	0,45	0,01	0,47	0,04	0,49	0,06
Ca, %	0,59	0,05	0,53	0,03	0,63	0,02	0,64	0,06	0,62	0,05
Mg, %	0,28	0,05	0,25	0,02	0,29	0,02	0,28	0,04	0,28	0,03
Fe, ppm	557	117	327	87	637	86	510	109	787	305
Mn, ppm	89	11	91	12	95	6	90	9	82	7
Zn, ppm	32	2	33	3	30	1	26	3	27	2
Cu, ppm	11	1	11	1	11	1	12	1	11	1
B, ppm	4,6	0,3	5,0	0,4	5,4	0,3	6,0	0,4	5,5	0,5
Mo, ppm	0,2	0,1	0,3	0,1	0,6	0,1	0,7	0,1	0,7	0,1
N/K	1,4		1,4		1,1		1,1		1,1	
N/P	11,7		11,3		9,9		8,7		9,6	
P/Zn	125		127		150		181		181	
P/Mo	20000		14000		7500		6714		7000	
K/Mo	167500		158333		66333		58286		58000	
N/Mo	234500		116667		74000		53857		62714	

8. táblázat

A mintavételi helyek csoportosítása a talaj Olsen- $P_2O_5$  /ppm/ értékek alapján  
/Mintavétel: 1975 tavasz/

/1/ Vizsgált jellemzők	/n=10/ < 20		/n=43/ 21-40		/n=41/ 41-60		/n=19/ 61-80		/n=31/ > 80	
	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$
<b>A. Talajvizsgálóati adatok</b>										
pH /H <sub>2</sub> O/	7,4	0,1	7,0	0,1	7,2	0,1	7,2	0,2	6,7	0,2
pH /KCl/	6,7	0,2	6,3	0,2	6,5	0,2	6,3	0,3	6,0	0,2
CaCO <sub>3</sub> , %	3,6	1,9	4,4	1,3	3,8	0,7	2,9	1,2	4,3	1,9
a/ Y <sub>1</sub>	3,6	0,9	5,4	0,9	4,1	0,6	4,6	1,1	6,6	0,9
b/ K <sub>A</sub>	37,7	2,0	39,5	1,0	39,5	1,2	38,4	1,2	38,8	1,2
c/ hy	2,6	0,3	2,8	0,2	2,5	0,2	2,5	0,3	2,4	0,2
d/ humusz, %	2,5	0,3	2,9	0,2	2,6	0,2	2,5	0,2	2,3	0,2
AL-K <sub>2</sub> O, ppm	157	17	218	16	269	18	318	36	338	43
e/ K-ellátottság	2,9	0,3	3,2	0,1	3,8	0,1	4,0	0,2	4,6	0,2
H <sub>2</sub> O-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	6	1	12	1	20	1	36	3	49	3
Olsen-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	15	1	30	1	50	1	70	1	114	6
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ppm	70	20	98	11	153	19	167	15	382	81
f/ P-ellátottság	2,2	0,3	2,7	0,2	3,5	0,1	4,2	0,2	4,1	0,1
KCl-Mg, ppm	327	58	332	33	332	37	459	75	349	57
EDTA-Mn, ppm	250	44	194	25	153	7	196	34	195	34
EDTA-Zn, ppm	1,7	0,2	2,4	0,4	2,1	0,3	2,1	0,2	3,1	0,5
EDTA-Cu, ppm	4,4	0,7	4,3	0,6	3,5	0,3	3,9	0,6	4,3	0,6
<b>B. Növényvizsgálóati adatok</b>										
N, %	4,44	0,25	4,72	0,09	4,54	0,10	4,24	0,17	4,34	0,17
K, %	3,11	0,28	3,52	0,12	3,72	0,11	4,37	0,16	3,94	0,18
P, %	0,35	0,03	0,41	0,01	0,42	0,01	0,48	0,02	0,51	0,03
Ca, %	0,73	0,08	0,60	0,03	0,62	0,03	0,56	0,03	0,56	0,03
Mg, %	0,40	0,10	0,26	0,02	0,29	0,02	0,27	0,02	0,26	0,02
Fe, ppm	678	214	388	62	522	83	589	192	758	182
Mn, ppm	84	9	87	5	94	10	95	12	94	10
Zn, ppm	28	2	30	2	31	2	30	2	32	2
Cu, ppm	12	1	11	1	11	1	11	1	11	1
B, ppm	4,6	0,4	5,4	0,3	5,4	0,3	5,0	0,4	5,2	0,4
Mo, ppm	0,4	0,1	0,4	0,1	0,5	0,1	0,8	0,2	0,6	0,1
P/Ca	0,48		0,68		0,68		0,86		0,91	
P/Mg	0,9		1,6		1,5		1,8		2,0	
K/Ca	4,3		5,8		6,0		7,8		7,0	
K/Mg	7,8		13,5		12,8		16,2		15,2	

a  $\text{CaCO}_3$  %, az AL-K-tartalom és a kötöttség is. Csaknem ugyanakkor az  $y_1$  értéke és az EDTA-Mn a talajban csökken. A növényi tápelemtartalomban növekedés figyelhető meg a K, P, Mo esetén, míg csökkenés elsősorban a Zn-tartalomban tapasztalható. Agronómiai szempontból arra hívhatjuk fel a figyelmet, hogy míg az erősen meszes, igen magas /300 ppm feletti/  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$  csoportban a tág P/Zn arány /indukált relatív Zn-hiány/, addig az igen alacsony /50 ppm alatti/  $\text{AL-P}_2\text{O}_5$ -tartományban a tág NPK/Mo arány, illetve az abszolút értelemben is alacsony Mo-koncentráció lehet a talajtermékenységet gátló tényező. Utóbbihoz az alacsony pH is hozzájárulhat, mert a molibdén felvehetősége, mint ismeretes, magas pH-jú talajokon a kedvezőbb.

A 8. táblázatban az Olsen-módszerrel meghatározott felvehető P-tartalom alapján is csoportosítottuk termőhelyeinket, hogy összevethessük a 7. táblázat adataival. Az AL-módszerrel szemben megállapítható, hogy a talaj reakcióállapota nem befolyásolja a rangsort. Itt is nő azonban az AL-K-tartalom és a K-ellátottság, valamint az EDTA-Zn-tartalom is. A növényelemzés eredményei szerint itt is javul a növényi P- és K-tartalom a talajvizsgálati adatokkal összhangban. Csökken azonban a Ca- és különösen a Mg-tartalom a magasabb Olsen-P-tartalmú talajokon, ugyanakkor sem a Zn-, sem a Mo-tartalom nem változik lényegesen.

## Összefoglalás

Az ország különböző területein, 145 termőhelyen átlagmintákat vettünk a talajok szántott rétegéből, valamint a rajta termett föld feletti növényből. Az őszi búzát bokrosodás végén, a kukoricát 4-6 leveles korban gyűjtöttük be. A mintákat a MFM NAK laboratóriumai vizsgálták meg a hazai szaktanácsadásban elfogadott módszerekkel: a növények elemzése 11 elemre terjedt ki, míg a talajmintákban a szokásos 14 paraméteren túlmenően meghatároztuk az Olsen-P- és a vizes-P-tartalmakat is.

A talaj- és a növényvizsgálati adatok /tápelemtartalmak/ közötti kétváltozós összefüggések szorosságát eltérő közelítéssel írtuk le. Gyakorlatilag elhanyagolható volt az összefüggés a KCl-Mg, EDTA-Mn, EDTA-Cu és a megfelelő növényi tápelem-koncentráció között. A talaj humusztartalma és a növényi N % / $r = 0,19$ /, valamint a talaj  $\text{CaCO}_3$ -tartalma és a növényi Ca % / $r = 0,35$ / között gyenge összefüggéseket találtunk. A különböző módszerekkel meghatározott könnyen oldható P-tartalom és a növényi P % közötti összefüggés szorossága módszerenként eltért, általában közepesen szorosnak mutatkozott: AL-P / $r = 0,39$ /;  $\text{H}_2\text{O-P}$  / $r = 0,40$ /; Olsen-P / $r = 0,59$ /. Az AL-K és növényi K % szorossága szintén közepes volt / $r = 0,43$ /. A bemutatott r-értékeket a legjobb közelítést adó harmadfokú parabola nyújtotta. A talaj x talajvizsgálati jellemzők közötti összefüggéseket legjobban a hatványfüggvény írta le, az összefüggések általában magas r-értéket mutattak: AL-P x Olsen-P / $r = 0,71$ /;  $\text{H}_2\text{O-P}$  x Olsen-P / $r = 0,82$ /, pH /KCl/ x pH / $\text{H}_2\text{O}$ / / $r = 0,97$ /.

A talaj- és növényvizsgálati adatainkat a főbb talajtulajdonságok /mint például a kötöttség, humusztartalom, pH,  $\text{CaCO}_3$ -tartalom és tápelemtartalom/ szerint is csoportosítottuk és megkíséreltük értelmezni. Megállapítottuk, hogy általában a termékenységet hordozó alaptulajdonságok összefüggenek, a kötöttséggel együtt nő a talajok humusz-,  $\text{CaCO}_3$ - és tápelemtartalma is. A talajok tápelem-ellátottságának, ill. trágyaigényeinek becslésére a hazai szaktanácsadásban igyekszünk a talajokat úgy csoportosítani, hogy az ellátottsági kategóriákat valamely alaptulajdonság /pH,  $K_A$ ,  $\text{CaCO}_3$  %, humusz % stb./ függvényében értelmezzük. Ez a törekvés segít a hatékonyabb szaktanácsadás megalapozásában, de feltételezi a talajtermékenységgel kapcsolatos alapösszefüggések /talaj-növény rendszer/ mélyebb ismeretét.

Az AL-P adatok erősen a pH függvényei, illetve a  $\text{CaCO}_3$  kötöttség, humusz növekedésével általában nő az AL-P-tartalom és az így becsült P-ellátottság is. Az Olsen-P-tartalmakat ezek a talajtulajdonságok lényegesen nem befolyásolják.

A homokos, laza szerkezetű talajaink nemcsak tápanyagokban a legszegényebbek, hanem általában mészhiányosak, kicsi pufferkapacitásuk révén az elsavanyodással szemben is rendkívül érzékenyek és nagy részük már ma is melioratív meszeztést igényelne. Számos fontos szántóföldi növényünk biztonságos termesztése /kalászosok egy része, kukorica, napraforgó stb./ indokoltá teszi a vizsgált termőhelyek közel 1/3-án az ilyen mérvű beavatkozást, amennyiben országos távlati növénytermesztési célkitűzéseinket valóban meg akarjuk valósítani.

Fel kell tehát hívunk a figyelmet arra, hogy a vizsgált termőhelyek egy részén az AL-K-tartalom, ill. a talajok K-ellátottsága olyan magasnak bizonyult, amely már a termékenységüket veszélyeztetheti, indukált Mg-hiányt okozhat. A P-túltrágyázás nyomán a P-Zn-antagonizmus miatti Zn-hiány jelensége gyakori a növényelemzések tanulsága szerint. Ezeken a termőhelyeken, kielégítő PK-ellátottságon, a túltrágyázás gyakorlatát meg kell szüntetni. Erre a közelmúltban konkrét üzemi vizsgálataink kapcsán is utaltunk /KÁDÁR et al., 1981; KÁDÁR, 1985/.

A vizsgálatba vont 145 termőhely országos reprezentatív erejét növeli, hogy részét képezte a FAO számára gyűjtött 251 /144 búza és 106 kukorica/, az ország minden tájegységét és talajváltozatát kellően reprezentáló anyagoknak. Megállapításaink összhangban vannak a FAO által végzett hasonló vizsgálatok eredményeivel /SILLANPÄÄ, 1982/, valamint a MÉM NAK országos adataival /ELEK és PATÓCS, 1984/.

Talajaink könnyen felvehető P- és K-tartalma, valamint a növényi NPK %-ok arról tanúskodnak, hogy az intenzív NPK-műtrágyázás gyakorlata nyomán a fő tápelemekkel való ellátottság általában jó, esetenként magas vagy káros. Kielégítőnek mondható a növények Ca-, Fe- és Mn-tartalma is, míg a Mg-/magas K-ellátottság mellett laza talajokon különösen/, a Zn-/P-túlsúly esetén különösen/, Mo-/laza, humusz-szegény, savanyú termőhelyeken különösen/ és a B-tartalmak általában alacsony vagy nem kielégítő ellátottságról tanúskodnak.

A trágyahatások felderítése, a talaj- és növényvizsgálati adatok megfelelő kalibrálása, értelmezése céljából elengedhetetlenül szükséges, hogy mielőbb kiterjedt kísérletezés induljon az országban a kevésbé ismert tápelemek termésre gyakorolt hatását illetően. A vizsgálatokat az egyéb fő tápelemekkel együtt célszerű végezni, azok függvényében /pl. P x Zn, K x Mg, K x B, N x Cu stb./. A mikroelemhiányok felderítésére a növényvizsgálatok nyújthatnak megfelelő segítséget. Az esetleges mikroelemhiány kialakulásában ugyanis gyakran nem a talaj abszolút elemhiánya, hanem a tápelemfelvétel körülményei /szárazság, túlbő csapadék, antagonizmusok stb./ a meghatározók.

## Irodalom

- BERGMANN, W. und NEUBERT, P., 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.
- ELEK É. és KÁDÁR I., 1977. Műtrágyázás hatása a kukorica makro- és mikroelem-felvételére. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely, 71-81. NEVIKI. Veszprém.
- ELEK É. és KÁDÁR I., 1978. Műtrágyázás hatása az őszi búza tápanyaggazdálkodására. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely, 169-176. NEVIKI. Veszprém.



- ELEK É. és KÁDÁR I., 1980. Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MFM NAK Kiadványa. Budapest.
- ELEK É. és PATÓCS I., 1984. A magyarországi I. talajvizsgálati ciklus eredményeinek értékelése. MFM NAK Kiadványa. Budapest.
- GUPTA, U. C., 1979. Boron nutrition of crops. *Advances in Agronomy*. 31. 273-307.
- GYÖRI D., 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- KÁDÁR I., 1980. Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban, és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan*. 29. 323-344.
- KÁDÁR I., 1985. Az üzemi tápanyag-gazdálkodás rendszerének agrokémiai ellenőrzése. *NEVIKI Közleményei*. 16. 17-21.
- KÁDÁR I., LÁSZTITY B. és SIMON L., 1981. Az üzemi talaj- és növényvizsgálati eredmények értelmezése és felhasználása mezőföldi csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*. 30. 65-78.
- KÁDÁR I., ELEK É. és FEKETE A., 1983. Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, a műtrágyázás, valamint a termesztett növények jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan*. 32. 57-76.
- LOCH J., 1970. Összefüggések a talaj magnéziumtartalma és a növények által felvett magnézium között. Kand. értekezés. Debrecen.
- MENGEL, K., 1976. A növények táplálkozása és anyagcseréje. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer, 1979. MFM NAK. Budapest.
- SILLANPÄÄ, M., 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. *FAO Soils Bulletin No. 48*. Rome.

*Érkezett: 1986. április 10*

## Correlation Between Certain Soil Properties and the Characteristics of Wheat and Maize

I. KÁDÁR and É. ELEK

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, and Plant Protection and Agrochemical Center of the Ministry of Agriculture and Food, Budapest

### Summary

Composite soil samples consisting of 20-25 subsamples were taken from a total of 145 growing sites located in various parts of the country with different types of soil. The samples were taken from the ploughed layer of soil and from the above-ground parts of the plants. Winter wheat samples were collected at the end of tillering and maize in the 4-6 leaf stage. The samples were analysed in the laboratories of the Plant Protection and Agrochemical Center: the plants were analysed for 11 elements, while in the soil samples not only the 14 characteristics routinely studied, but also the Olsen-P and 1:20 H<sub>2</sub>O-P contents were determined.

When studying binary correlations between the available nutrient content of the soil and the plant nutrient content, it was found that practically no correlation existed between the available Mg, Mn and Cu contents of the soil and the plant nutrient contents. Weak correlations were found between soil humus and plant N % / $r = 0.19$ / and between soil CaCO<sub>3</sub> and plant Ca % / $r = 0.35$ /, and moderately close correlations between AL-P / $r = 0.39$ /, H<sub>2</sub>O-P / $r = 0.40$ /, Olsen-P / $r = 0.59$ / and plant P % and between AL-K and plant K % / $r = 0.43$ /. The correlations were generally best described by a cubic parabola.

The relationships between soil x soil parameters were best characterized by power functions: AL-P x Olsen-P / $r = 0.71$ /, H<sub>2</sub>O-P x Olsen-P / $r = 0.82$ /, pH /KCl/ x pH /H<sub>2</sub>O/ / $r = 0.97$ /.

The data were also classified according to the major soil properties. It was found that the soil parameters which fundamentally influence fertility were correlated: in general the pH, CaCO<sub>3</sub>, humus and nutrient contents /AL-P, K/ of the soil increased parallel to soil viscosity. The Olsen-P content, however, did not depend on the basic soil properties.

In agreement with other Hungarian investigations and with the analytical results of a large number of samples collected by FAO in Hungary, the following major findings can be reported:

- Less heavy, sandy soils are generally not only poor in nutrients, but also very acidic and may require ameliorative liming;
- As the result of intensive fertilization the N supply estimated from the N % of the plants proved satisfactory in every group tested, while on the majority of growing sites the P and K supplies were sufficient whether tested by means of either soil or plant parameters;
- On the basis of mean plant nutrient contents the Ca, Fe and Mn supplies also proved satisfactory, while the Mg /particularly on light soils with a high K supply/, the Zn /on high pH soils or on sites extremely well supplied with P/, the Mo /especially on sandy, acid soils poor in humus/ and in part the B contents often indicated low or unsatisfactory supplies to the plants;
- The practice of over-fertilization with P and K should be discontinued on soils which are already well supplied. Instead, the balance method should be re-introduced, so that only nutrients taken up by the crop are replaced;

- For the estimation of microelement supplies the data of plant analysis provide more reliable information than soil analyses. Experiments should be set up to study microelement fertilization and its effect on the major macroelements /correlations  $P \times Zn$ ,  $K \times Mg$ ,  $N \times Cu$ , etc./, in order to collect further information on possible interactions.

*Table 1.* Correlation coefficients  $r$  of certain correlations between soil and plant analytical data considered from various approaches /Sampling date: Spring 1975/. A. Between soil  $x$  and plant  $y$  parameters. B. Between soil  $x$  and soil  $y$  parameters. /1/  $x$  characters. a/ Humus. /2/  $y$  characters. /3/ Linear function:  $y = a + bx$ . /4/ Quadratic parabola:  $y = a + bx + cx^2$ . /5/ Cubic parabola:  $y = a + bx + cx^2 + dx^3$ . /6/ Reciprocal function:  $y = a + b \cdot 1/x$ . /7/ Power function,  $y = ax^b$ . /8/ Exponential function,  $y = ab^x$ . /9/ Logarithmic function,  $y = a + \ln x$ .

*Table 2.* Grouping of sampling sites on the basis of soil viscosity  $/K_A = \text{upper limit of plasticity}/$ . /Sampling date: Spring 1975/. /1/ Characteristics examined. a/ Hydrolytic acidity. b/ Upper limit of plasticity according to ARANY. c/ Hygroscopicity; d/ Humus, %; e/ K-supply; f/ P supply. A. Data of soil analysis. B. Data of plant analysis.

*Table 3.* Grouping of sampling sites on the basis of soil  $AL^-$  /ammonium lactate/ $-K_2O$  /ppm/ values. /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.

*Table 4.* Grouping of sampling sites on the basis of humus % /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.

*Table 5.* Grouping of sampling sites on the basis of pH / $KCl$ / values. /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.

*Table 6.* Grouping of sampling sites on the basis of soil  $CaCO_3$  %. /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.

*Table 7.* Grouping of sampling sites on the basis of  $AL-P_2O_5$  /ppm/ values. /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.

*Table 8.* Grouping of sampling sites on the basis of soil Olsen- $P_2O_5$  /ppm/ values. /Sampling date: Spring 1975/. /1/ a-f, A. and B: See Table 2.